

DOCKET NO.: 205235US0PCT

09/831887
JCS Rec'd PCT/PTC 23 MAY 2001

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: ITO Yasutaka et al.
SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION
FILED: HERewith
INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP00/02909
INTERNATIONAL FILING DATE: May 2, 2000
FOR: CERAMIC HEATER

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NO</u> | <u>DAY/MONTH/YEAR</u> |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|
| Japan | 11-225695 | 09 August 1999 |
| Japan | PCT/JP00/00881 | 17 February 2000 |

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP00/02909.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Norman F. Oblon
Attorney of Record
Registration No. 24,618
Surinder Sachar
Registration No. 34,423



22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENTREC'D 27 JUL 2000
WIPO PCT

列紙添付の書類は下記の出願書類の謄本に相違ないことを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日 2000年2月17日
Date of Application:

出 願 番 号 PCT/JP00/00881/
Application Number:

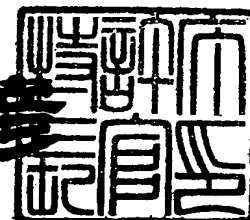
出 願 人 イビデン株式会社
Applicant (s): 伊藤康隆
平松靖二

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2000 年 6 月 23 日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



受理官庁用写し

1/4

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本 (出願用) - 印刷日時 2000年02月16日 (16. 02. 2000) 水曜日 11時47分59秒

IB182W0

| | | |
|--------|---|---|
| 0 | 受理官庁記入欄 | |
| 0-1 | 国際出願番号. | PCT/JP00/00881 |
| 0-2 | 国際出願日 | 17.02.00 |
| 0-3 | (受付印) | PCT International Application 日本国特許庁 |
| 0-4 | 様式-PCT/R0/101 この特許協力条約に基づく 国際出願願書は、 右記によって作成された。 | PCT-EASY Version 2.90 (updated 15.12.1999) |
| 0-5 | 申立て 出願人は、この国際出願が特許 協力条約に従って処理されるこ とを請求する。 | |
| 0-6 | 出願人によって指定された 受理官庁 | 日本国特許庁 (R0/JP) |
| 0-7 | 出願人又は代理人の書類記 号 | IB182W0 |
| I | 発明の名称 | セラミックヒータ |
| II | 出願人 | 出願人である (applicant only) |
| II-1 | この欄に記載した者は | 米国を除くすべての指定国 (all designated |
| II-2 | 右の指定国についての出願人で ある。 | States except US) |
| II-4ja | 名称 | イビデン株式会社 |
| II-4en | Name | IBIDEN CO., LTD. |
| II-5ja | あて名: | 503-0917 日本国 岐阜県 大垣市 神田町2丁目1番地 |
| II-5en | Address: | 1, Kandacho 2-chome, Ogaki-shi, Gifu 503-0917 Japan |
| II-6 | 国籍 (国名) | 日本国 JP |
| II-7 | 住所 (国名) | 日本国 JP |
| II-8 | 電話番号 | 0585-22-6923 |
| II-9 | ファクシミリ番号 | 0585-22-6925 |

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2000年02月16日 (16. 02. 2000) 水曜日 11時47分59秒

| | | |
|-------------------------------------|---|---|
| III-1 III-1-1 | その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は | 出願人及び発明者である (applicant and inventor) |
| III-1-2 | 右の指定国についての出願人である。 | 米国のみ (US only) |
| III-1-4ja III-1-4en III-1-5ja | 氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名: | 伊藤 康隆 ITO, Yasutaka 501-0695 日本国 岐阜県 揖斐郡 揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 |
| III-1-5en | Address: | c/o IBIDEN CO., LTD. 1-1, Kitagata, Ibigawacho, Ibi-gun, Gifu 501-0695 Japan |
| III-1-6 | 国籍(国名) | 日本国 JP |
| III-1-7 | 住所(国名) | 日本国 JP |
| III-2 III-2-1 | その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は | 出願人及び発明者である (applicant and inventor) |
| III-2-2 | 右の指定国についての出願人である。 | 米国のみ (US only) |
| III-2-4ja III-2-4en III-2-5ja | 氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名: | 平松 靖二 HIRAMATSU, Yasuji 501-0695 日本国 岐阜県 揖斐郡 揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内 |
| III-2-5en | Address: | c/o IBIDEN CO., LTD. 1-1, Kitagata, Ibigawacho, Ibi-gun, Gifu 501-0695 Japan |
| III-2-6 | 国籍(国名) | 日本国 JP |
| III-2-7 | 住所(国名) | 日本国 JP |
| IV-1 | 代理人又は共通の代表者、 通知のあて名 下記の者は国際機関において右 記のごとく出願人のために行動 する。 | 代理人 (agent) |
| IV-1-1ja IV-1-1en IV-1-2ja | 氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名: | 安富 康男 YASUTOMI, Yasuo 532-0011 日本国 大阪府 大阪市 淀川区西中島5丁目14番22号 リクルート新大阪ビル4F |
| IV-1-2en | Address: | Recruit Shin Osaka BLDG. 4F, 14-22, Nishinakajima 5-chome, Yodogawa-ku, Osaka-shi, Osaka 532-0011 Japan |
| IV-1-3 | 電話番号 | 06-6300-3556 |
| IV-1-4 | ファクシミリ番号 | 06-6300-3557 |
| IV-1-5 | 電子メール | qws00153@nifty.ne.jp |

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2000年02月16日 (16.02.2000) 水曜日 11時47分59秒



| | | | |
|----------------------|---|---|-------------|
| IV-2 | その他の代理人 | 筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with same address as first named agent) | |
| IV-2-1ja IV-2-1en | 氏名 Name(s) | 古谷 信也; 村上 加奈子 FURUTANI, Shinya; MURAKAMI, Kanako | |
| V | 国の指定 | | |
| V-1 | 広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを 求める場合には括弧内に記載す る。) | EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国 である他の国 | |
| V-2 | 国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを 求める場合には括弧内に記載す る。) | JP US | |
| V-5 | 指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて 、規則4.9(b)の規定に基づき、 特許協力条約のもとで認められ る他の全ての国の指定を行う。 ただし、V-6欄に示した国の指 定を除く。出願人は、これらの 追加される指定が確認を条件と していること、並びに優先日から 15月が経過する前にその確認 がなされない指定は、この期間 の経過時に、出願人によって取 り下げられたものとみなされる ことを宣言する。 | | |
| V-6 | 指定の確認から除かれる国 | なし (NONE) | |
| VI-1 | 先の国内出願に基づく優先 権主張 | | |
| VI-1-1 | 先の出願日 | 1999年08月09日 (09.08.1999) | |
| VI-1-2 | 先の出願番号 | 特願平11-225695 | |
| VI-1-3 | 国名 | 日本国 JP | |
| VII-1 | 特定された国際調査機関 (ISA A) | 日本国特許庁 (ISA/JP) | |
| VIII | 照合欄 | 用紙の枚数 | 添付された電子データ |
| VIII-1 | 願書 | 4 | - |
| VIII-2 | 明細書 | 24 | - |
| VIII-3 | 請求の範囲 | 1 | - |
| VIII-4 | 要約 | 1 | ib182wo.txt |
| VIII-5 | 図面 | 3 | - |
| VIII-7 | 合計 | 33 | |
| VIII-8 | 添付書類 | 添付 | 添付された電子データ |
| VIII-8 | 手数料計算用紙 | ✓ | - |
| VIII-9 | 別個の記名押印された委任状 | ✓ | - |
| VIII-16 | PCT-EASYディスク | - | フレキシブルディスク |
| VIII-18 | 要約書とともに提示する図 の番号 | - | |
| VIII-19 | 国際出願の使用言語名: | 日本語 (Japanese) | |
| IX-1 | 提出者の記名押印 | | |
| IX-1-1 | 氏名(姓名) | 安富 康男 | |



R0

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 2000年02月16日（16.02.2000）水曜日 11時47分59秒

| | | |
|--------|----------|--|
| IX-2 | 提出者の記名押印 |  |
| IX-2-1 | 氏名(姓名) | 古谷 信也 |
| IX-3 | 提出者の記名押印 |  |
| IX-3-1 | 氏名(姓名) | 村上 加奈子 |

受理官庁記入欄

| | | |
|--------|--|----------|
| 10-1 | 国際出願として提出された書類の実際の受理の日 | 17.02.00 |
| 10-2 | 図面： | |
| 10-2-1 | 受理された | |
| 10-2-2 | 不足図面がある | |
| 10-3 | 国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日） | |
| 10-4 | 特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日 | |
| 10-5 | 出願人により特定された国際調査機関 | ISA/JP |
| 10-6 | 調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない | ✓ |

国際事務局記入欄

| | | |
|------|-----------|--|
| 11-1 | 記録原本の受理の日 | |
|------|-----------|--|

PCT手数料計算用紙(願書付属書)

原本(出願用) - 印刷日時 2000年02月16日 (16. 02. 2000) 水曜日 11時47分59秒

[この用紙は、国際出願の一部を構成せず、国際出願の用紙の枚数に算入しない]

| | | | |
|-------|---|---|----------|
| 0 | 受理官庁記入欄 | PCT/JP00/00881 | |
| 0-1 | 国際出願番号. | | |
| 0-2 | 受理官庁の日付印 | | |
| 0-4 | 様式-PCT/R0/101 (付属書) | PCT-EASY Version 2.90 | |
| 0-4-1 | このPCT手数料計算用紙は、 右記によって作成された。 | (updated 15. 12. 1999) | |
| 0-9 | 出願人又は代理人の書類記号 | IB182W0 | |
| 2 | 出願人 | イビデン株式会社 | |
| 12 | 所定の手数料の計算 | 金額/係数 | 小計 (JPY) |
| 12-1 | 送付手数料 T | ⇒ | 18,000 |
| 12-2 | 調査手数料 S | ⇒ | 77,000 |
| 12-3 | 国際手数料 基本手数料 (最初の30枚まで) b1 | 46,000 | |
| 12-4 | 30枚を越える用紙の枚数 | 3 | |
| 12-5 | 用紙1枚の手数料 (X) | 1,100 | |
| 12-6 | 合計の手数料 b2 | 3,300 | |
| 12-7 | b1 + b2 = B | 49,300 | |
| 12-8 | 指定手数料 国際出願に含まれる指定国 数 | 3 | |
| 12-9 | Number of designation fees payable (maximum 8) | 3 | |
| 12-10 | 1指定当たりの手数料 (X) | 9,900 | |
| 12-11 | 合計の指定手数料 D | 29,700 | |
| 12-12 | PCT-EASYによる料金の 減額 R | -14,200 | |
| 12-13 | 国際手数料の合計 (B+D-R) I | ⇒ | 64,800 |
| 12-17 | 納付すべき手数料の合計 (T+S+I+P) | ⇒ | 159,800 |
| 12-19 | 支払方法 | 送付手数料: 特許印紙 調査手数料: 特許印紙 国際手数料: 銀行口座への振込み 優先権証明書請求手数料: 特許印紙 | |

EASYによるチェック結果と出願人による言及

| | | |
|--------|----------------|---|
| 13-1-1 | 出願人による言及 注釈 | 8 6 5 8 安富康男 1 0 4 8 1 古谷信也 1 0 8 4 3 村上加奈子 |
|--------|----------------|---|

PCT手数料計算用紙(願書付属書)

原本(出願用) - 印刷日時 2000年02月16日 (16. 02. 2000) 水曜日 11時47分59秒

| | | |
|---------|--------------------------------|--|
| 13-2-2 | EASYによるチェック結果 指定国 | Green? より多くの指定が可能です。(以下の国が指定からはずされています: AP:(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW); EA:(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM); OA:(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG); AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, LI, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW) 確認してください。 |
| 13-2-6 | EASYによるチェック結果 内訳 | Green? 要約書とともに提示する図の番号が示されていません。 |
| | | Green? 優先権の主張 1: 優先権証明書が添付されていません。(優先権主張日から16ヶ月以内に提出しなければなりません。) |
| 13-2-9 | EASYによるチェック結果 注釈 | Yellow! 願書に表示しなければならない通常の項目はすべて他のPCT-EASYの機能で入力することができます。言及を用いた表示の有効性について確認してください。 |
| 13-2-10 | EASYによるチェック結果 受理官庁/国際事務局記入欄 | Green? この願書を作成したPCT-EASYは英語版ないし西欧言語版以外のWindows上で動作しています。ASCII文字以外の文字について、願書と電子データを注意して比較してください。 |

明細書

セラミックヒータ

技術分野

- 5 本発明は、半導体産業において使用される、半導体ウエハを汚染することのないセラミックヒータに関する。

背景技術

- 10 半導体製品は、半導体ウエハ上に感光性樹脂をエッチングレジストとして形成し、半導体ウエハのエッチングを行う工程等を経て製造される。

この感光性樹脂は液状であり、スピンコーターなどを用いて半導体ウエハ表面に塗布されるのであるが、塗布後に溶剤等を飛散させるため乾燥させなければならず、塗布した半導体ウエハをヒータ上に載置して加熱することになる。

- 15 従来、このような用途に使用される金属製のヒータとしては、アルミニウム板の裏面に発熱体を配置したものが採用されている。

ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。

- まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、15mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪み等が発生してしまい、金属板上に載置した半導体ウエハが破損したり傾いたり
20 してしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータの重量が重くなり、また、かさばってしまうという問題があった。

また、発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、加熱温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

- 25 そこで、特開平9-306642号公報、特開平4-324276号公報等に記載されているように、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい非酸化物セラミックであるAlNを使用し、このAlN基板中に発熱体が形成されたセラミックヒータが提案されている。

このようなセラミックヒータでは、Y、Na、B、Li、Rb、Caを含有す

るセラミックを使用したものの方が熱伝導率に優れており、ヒータとして好ましい。例えば、特許第2798570号公報等には、Ca、Naを使用した高熱伝導率の窒化アルミニウム焼結体を開示している。

5 一方、特開平7-280462号公報に記載されているように、通常のセラミックヒータにおいては、発熱体を設ける面を粗化し、半導体ウエハを載置して加熱する面を平坦にしていた。

しかしながら、Y、Na、Ca等を含有するセラミックヒータにおいて、半導体ウエハを載置する面を平坦にしたのでは、半導体ウエハとセラミックヒータの接触面積が大きくなり、熱拡散により、半導体ウエハが汚染されてしまう。

10 また、半導体ウエハとセラミックヒータの加熱面とを接触させずに、支持ピン等で支持しながら保持し、加熱した場合でも、Y、Na、Ca等が揮発して半導体ウエハに付着するという現象も見られた。

発明の要約

15 本発明者は、このような従来技術の問題について鋭意検討した結果、セラミックヒータの半導体ウエハ等の被加熱物を載置または保持して加熱する面（以下、ウエハ加熱面ともいう）を粗化することにより、半導体ウエハを上記ウエハ加熱面に載置した際に、半導体ウエハとウエハ加熱面との接触を点接触とすることができ、これにより、セラミック基板がY、Na等の不純物を含んでいても、セラ
20 ミックヒータから半導体ウエハへの不純物の熱拡散を防止することができることを見だし、本発明を完成するに至った。また、上記ウエハ加熱面を粗化することにより、ウエハ加熱面からのY、Na等の揮発を防止することができることを併せて知見した。

すなわち、本発明のセラミックヒータは、窒化物セラミック基板の表面または
25 内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、上記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素を含み、被加熱物を加熱する加熱面のJIS B 0601に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0.2 \sim 200 \mu m$ であることを特徴とする。

~~また、本発明のセラミックヒータは、上記セラミックヒータにおいて、上記窒~~

化物セラミックの構成元素以外の元素として、Na、B、Y、Li、RbおよびCaから選ばれる少なくとも1種の元素を含むことを特徴とする。

上記セラミックヒータにおいては、上記窒化物セラミック基板は、円板状であり、その直径が150mmを超えるものであることが望ましい。

- 5 また、上記セラミックヒータにおいては、上記Y、Li、Rb、Caを、0.1重量%以上、Na、Bを0.05ppm以上含有することが望ましい。

図面の簡単な説明

図1は、本発明のセラミックヒータの一例を模式的に示す平面図である。

- 10 図2は、図1に示したセラミックヒータの一部を模式的に示す断面図である。

図3は、本発明のセラミックヒータに静電電極を設けた静電チャックの一例を模式的に示す断面図である。

図4は、図3に示した静電チャックのA-A線断面図である。

- 15 図5(a)から(d)は、静電チャックの製造工程の一部を模式的に示す断面図である。

符号の説明

- 10 セラミックヒータ
- 20 11 ヒータ板
- 11a ウエハ加熱面
- 11b 底面
- 12 発熱体
- 12a 金属被覆層
- 25 13 外部端子
- 14 有底孔
- 15 貫通孔
- 16 支持ピン
- 19 半導体ウエハ

- 20、20a、20b チャック正極電極層
- 30、30a、30b チャック負極電極層
- 40 セラミック誘電体膜
- 50 抵抗発熱体
- 5 90 シリコンウエハ
- 100 セラミック基板
- 101 静電チャック

発明の詳細な開示

- 10 本発明のセラミックヒータは、窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、上記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素を含み、被加熱物を加熱する加熱面のJIS B 0601に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0.2 \sim 200 \mu m$ であることを特徴とする。

- 15 本発明のセラミックヒータは、主に、半導体ウエハ等の被加熱物を加熱するために用いられるが、他の物を加熱する目的にも使用することができる。

- 本発明のセラミックヒータによれば、上記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素、具体的にはY、Na、B、Li、RbおよびCaから選ばれる少なくとも1種の元素を含んでいるので、熱伝導率が高く、ヒータ板の表面温度を発熱体の温度変化に迅速に追従させることができ、ウエハ加熱面の温度を良好に制御することができる。
- 20

- また、ウエハ加熱面が、上記のように粗化されているので、半導体ウエハをウエハ加熱面に載置する場合、半導体ウエハとの接触を点接触とすることができ、セラミックヒータから半導体ウエハへの不純物（Y等）の熱拡散を防止することができ、
- 25

また、図2に示すように支持ピンで半導体ウエハを支持して保持しながら非接触で加熱する場合、ウエハ加熱面が粗化されていないと、高温では表面にY、Na等の窒化物セラミックの構成元素以外の元素（以下、Y等という）が拡散して揮発し、半導体ウエハを汚染する。特に、スパッタリング装置等を使用した場合

には、真空条件下での加熱になるため、Y等が揮発しやすい。

しかしながら、本発明では、ウエハ加熱面が粗化されており、表面からY等が揮発せず、半導体ウエハの汚染を防止することができる。

粗化面を形成することでY等の窒化物セラミックの構成元素以外の元素の揮発を防止することができる理由は明確ではないが、ウエハ加熱面を粗化することにより、表面が放熱フィンのような作用をもつため、表面に存在するY等の揮発のための熱が奪われるためではないかと推定している。

半導体ウエハを支持ピンで保持しながら加熱する場合、半導体ウエハと窒化物セラミックとの距離は、5～500 μ mが望ましい。離れ過ぎると加熱効果が低下し、近すぎるとセラミック基板の表面温度の温度分布を反映してしまい、半導体ウエハを均等に加熱できないからである。

本発明のセラミックヒータは、窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体が設けられている。

図1は、本発明のセラミックヒータの一例を模式的に示す平面図であり、図2はその一部を示す部分拡大断面図である。

窒化物セラミックからなるヒータ板11は、円板状に形成されており、発熱体12は、窒化物セラミック基板（以下、ヒータ板ともいう）11のウエハ加熱面11bの全体の温度が均一になるように加熱する必要があるため、ヒータ板11の底面に同心円状のパターンに形成されている。なお、発熱体はパターン状のものに限られず、例えば、ペルチェ素子であってもよい。

また、これら発熱体12は、互いに近い二重の同心円同士が1組として、1本の線になるように接続され、その両端に入出力の端子となる外部端子13が金属被覆層12aを介して接続されている。また、中央に近い部分には、半導体ウエハ19を支持する支持ピン16を挿入するための貫通孔15が形成され、さらに、測温素子を挿入するための有底孔14が形成されている。

なお、図1～2に示したセラミックヒータ10において、発熱体12はヒータ板11の底部に設けられているが、ヒータ板11の内部に設けられていてもよい。

以下、本発明のセラミックヒータを構成する部材等について詳細に説明する。

本発明のセラミックヒータ10では、ヒータ板の材料として、窒化物セラミッ

クを用いているが、これは、熱膨張係数が金属より小さく、薄くしても、加熱により反ったり、歪んだりしないため、ヒータ板 11 を薄くて軽いものとすることができるからである。

また、ヒータ板 11 の熱伝導率が高く、またヒータ板自体薄いため、ヒータ板 11 の表面温度が、発熱体の温度変化に迅速に追従する。即ち、電圧、電流量を変えて発熱体の温度を変化させることにより、ヒータ板 11 の表面温度を良好に制御することができるのである。

上記窒化物セラミックとしては、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2 種以上を併用してもよい。

これらのなかでは、窒化アルミニウムが最も好ましい。熱伝導率が $180 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と最も高いからである。

ヒータ板 11 は、Y、Na、B、Li、Rb および Ca から選ばれる少なくとも 1 種の元素を含んでいる。

これらのなかで Y、Li、Rb、Ca の酸化物は、通常、焼結助剤として添加される。ヒータ板 11 の熱伝導率を $130 \sim 200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と高くするためには、Y、Li、Rb、Ca の含有量は、0.1～5 重量% が好ましい。

Y 等の含有量が、0.1 重量% 未満であると、焼結の際に緻密化が進行せず、その結果、熱伝導率を高く保つことが困難になる。

また、Na、B などは粒界に局在して熱伝導率を改善する。

Na、B の含有量は、0.05～50 ppm が好ましい。0.05 ppm 未満では熱伝導率の改善効果が全くないからである。

これらの元素は、不可避免的に原料粉末に含まれているが、これを上記範囲の量とするために、Na を含む化合物や Ca を含む化合物、例えば、 NaCO_3 、 CaCO_3 等を添加してもよい。

上記ヒータ板 11 のウエハ加熱面は、不純物の半導体ウエハへの拡散を防止するために、JIS B 0601 に基づく面粗度が、 $R_{\text{max}} = 0.2 \sim 200 \mu\text{m}$ になるように粗化处理が施されている。

上記面粗度の R_{max} が $0.2 \mu\text{m}$ 未満であると、面接触に近くなるため、不

純物の半導体ウエハへの拡散を防止することが困難となり、一方、上記面粗度の R_{max} が $200\mu m$ を超えると、粗化处理自体が困難となるだけでなく、ウエハを充分加熱できなくなる。これはウエハとウエハ載置面との距離が長くなって輻射熱量あるいは空気中を伝搬してウエハに到達する熱量が小さくなるためであると考えられる。また、支持ピンでウエハを支持して保持しながら非接触で加熱する場合にも、上記面粗度の R_{max} が $0.2\mu m$ 未満では、Y等の揮発を抑制する効果はなく、上記面粗度の R_{max} が $200\mu m$ を超えると加熱面の表面積が大きくなり、揮発量が増えてしまうことになる。従って、上記範囲がY等の揮発抑制効果がある範囲である。

- 10 なお、面粗度は $R_{max} = 1 \sim 20\mu m$ が好ましい。ウエハが接触した際にパーティクルが発生しにくい範囲だからである。

粗化处理の方法としては、特に限定されるものではないが、例えば、アルミナ、SiC、ガラス、ジルコニア等からなる粒子をウエハ加熱面に吹き付けるサンドブラスト処理等が挙げられる。

- 15 上記セラミックヒータのヒータ板11の厚さは、 $0.5 \sim 5mm$ が好ましい。 $0.5mm$ より薄いと、強度が低下するため破損しやすくなり、一方、 $5mm$ より厚くなると、熱が伝搬しにくくなり、加熱の効率が悪くなる。

- また、本発明のセラミックヒータにおいて、上記窒化物セラミック基板の形状は特に限定されるものではなく、平面視楕円形のものでもよいが、図1に示したような円板状のものが望ましい。また、上記窒化物セラミック基板が円板状である場合、その直径は $150mm$ を超えることが望ましく、 $200mm$ 以上がより望ましく、 $300mm$ 以上が更に望ましい。これは、半導体ウエハは、その直径が8インチ ($200mm$) 以上のものが主流となっており、また、次世代の半導体ウエハでは、その直径が12インチ ($300mm$) 以上のものが主流となるからである。
- 25

上記窒化物セラミック基板の表面または内部に形成される発熱体12は、少なくとも2以上の回路に分割されていることが望ましい。回路を分割することにより、各回路に投入する電力を制御して発熱量を変えることができ、半導体ウエハの加熱面の温度を調整することができるからである。

発熱体 1 2 のパターンとしては、例えば、同心円、渦巻き、偏心円、屈曲線などが挙げられるが、ヒータ板全体の温度を均一にすることができる点から、図 1 に示したような同心円状のものが好ましい。

5 発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の表面に形成する場合には、金属粒子を含む導電ペーストをヒータ板 1 1 の表面に塗布して所定パターンの導体ペースト層を形成した後、これを焼き付け、ヒータ板 1 1 の表面で金属粒子を焼結させる方法が好ましい。なお、金属の焼結は、金属粒子同士および金属粒子とセラミックとが融着していれば充分である。

10 ヒータ板 1 1 の表面に発熱体を形成する場合には、発熱体の厚さは、 $1 \sim 30 \mu\text{m}$ が好ましく、 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ がより好ましい。また、ヒータ板 1 1 の内部に発熱体を形成する場合には、その厚さは、 $1 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましい。

また、ヒータ板 1 1 の表面に発熱体を形成する場合には、発熱体の幅は、 $0.1 \sim 20 \text{mm}$ が好ましく、 $0.1 \sim 5 \text{mm}$ がより好ましい。また、ヒータ板 1 1 の内部に発熱体を形成する場合には、発熱体の幅は、 $5 \sim 20 \mu\text{m}$ が好ましい。

15 発熱体 1 2 は、その幅や厚さにより抵抗値に変化を持たせることができるが、上記した範囲が最も実用的である。抵抗値は、薄く、また、細くなる程大きくなる。発熱体 1 2 は、ヒータ板 1 1 の内部に形成した場合の方が、厚み、幅とも大きくなるが、発熱体 1 2 を内部に設けると、加熱面と発熱体 1 2 との距離が短くなり、表面の温度の均一性が低下するため、発熱体自体の幅を広げる必要があること、内部に発熱体 1 2 を設けるために、窒化物セラミック等との密着性を考慮
20 する必要性がないため、タングステン、モリブデンなどの高融点金属やタングステン、モリブデンなどの炭化物を使用することができ、抵抗値を高くすることが可能となるため、断線等を防止する目的で厚み自体を厚くしてもよい。そのため、発熱体 1 2 は、上記した厚みや幅とすることが望ましい。

25 発熱体 1 2 は、断面形状が矩形であっても楕円であってもよいが、偏平であることが望ましい。偏平の方がウエハ加熱面に向かって放熱しやすいため、加熱面の温度分布ができにくいからである。

断面のアスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）は、 $10 \sim 5000$ であることが望ましい。

この範囲に調整することにより、発熱体 1 2 の抵抗値を大きくすることができるとともに、加熱面の温度の均一性を確保することができるからである。

- 5 発熱体 1 2 の厚さを一定とした場合、アスペクト比が上記範囲より小さいと、ヒータ板 1 1 のウエハ加熱方向への熱の伝搬量が小さくなり、発熱体 1 2 のパターンに近似した熱分布が加熱面に発生してしまい、逆にアスペクト比が大きすぎると発熱体 1 2 の中央の直上部分が高温となってしまう、結局、発熱体 1 2 のパターンに近似した熱分布が加熱面に発生してしまう。従って、温度分布を考慮すると、断面のアスペクト比は、10～5000 であることが好ましいのである。

- 10 発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の表面に形成する場合は、アスペクト比を 10～200、発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の内部に形成する場合は、アスペクト比を 200～5000 とすることが望ましい。

- 15 発熱体 1 2 は、ヒータ板 1 1 の内部に形成した場合の方が、アスペクト比が大きくなるが、これは、発熱体 1 2 を内部に設けると、加熱面と発熱体 1 2 との距離が短くなり、表面の温度均一性が低下するため、発熱体 1 2 自体を偏平にする必要があるからである。

発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の内部に偏芯して形成する場合の位置は、ヒータ板 1 1 の加熱面に対向する面（底面）に近い位置で、加熱面から底面までの距離に対して 50% を超え、99% までの位置とすることが望ましい。

- 20 50% 以下であると、加熱面に近すぎるため、温度分布が発生してしまい、逆に、99% を超えると、ヒータ板 1 1 自体に反りが発生して、半導体ウエハが破損するからである。

- 25 また、発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の内部に形成する場合には、発熱体形成層を複数層設けてもよい。この場合は、各層のパターンは、相互に補完するようにどこかの層に発熱体 1 2 が形成され、ウエハ加熱面の上方から見ると、どの領域にもパターンが形成されている状態が望ましい。このような構造としては、例えば、互いに千鳥の配置になっている構造が挙げられる。

なお、発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の内部に設け、かつ、その発熱体 1 2 を一部露出させてもよい。

~~導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するための金属粒子~~

または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

上記金属粒子としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケルなどが好ましい。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、0.1～100 μm が好ましい。0.1 μm 未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、100 μm を超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってよい。上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、発熱体12と窒化物セラミック等との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などが挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコールなどが挙げられる。増粘剤としては、セルロースなどが挙げられる。

導体ペーストには、上記したように、金属粒子に金属酸化物を添加し、発熱体12を金属粒子および金属酸化物を焼結させたものとするのが望ましい。このように、金属酸化物を金属粒子とともに焼結させることにより、ヒータ板である窒化物セラミックと金属粒子とを密着させることができる。

金属酸化物を混合することにより、窒化物セラミックと密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や窒化物セラミックの表面は、わずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子と窒化物セラミックとが密着するのではないかと考えられる。

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素（ B_2O_3 ）、アルミナ、イットリアおよびチタニアからなる群から選ばれる少なく

とも1種が好ましい。

これらの酸化物は、発熱体12の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子と窒化物セラミックとの密着性を改善することができるからである。

- 5 上記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合、重量比で、酸化鉛が1~10、シリカが1~30、酸化ホウ素が5~50、酸化亜鉛が20~70、アルミナが1~10、イットリアが1~50、チタニアが1~50であって、その合計が100重量部を超えない範囲で調整されていることが望ましい。

- 10 これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特に窒化物セラミックとの密着性を改善することができる。

上記金属酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1重量%以上10重量%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して発熱体12を形成した際の面積抵抗率は、1~45 m Ω /□が好ましい。

- 15 面積抵抗率が45 m Ω /□を超えると、印加電圧量に対して発熱量は大きくなりすぎて、ヒータ板の表面に発熱体12を設けたヒータ板11では、その発熱量を制御しにくいからである。なお、金属酸化物の添加量が10重量%以上であると、面積抵抗率が50 m Ω /□を超えてしまい、発熱量が大きくなりすぎて温度制御が難しくなり、温度分布の均一性が低下する。

- 20 発熱体12がヒータ板11の表面に形成される場合には、発熱体12の表面部分に、金属被覆層12aが形成されていることが望ましい。内部の金属焼結体が酸化されて抵抗値が変化するのを防止するためである。形成する金属被覆層12aの厚さは、0.1~10 μ mが好ましい。

- 25 金属被覆層12aを形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルなどが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらのなかでは、ニッケルが好ましい。

発熱体12には、電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して発熱体12に取り付けるが、ニッケルは、半田の熱拡散を防止するからである。接続端子としては、例えば、コパール製の外部端子13が挙げられる。

なお、発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 の内部に形成する場合には、発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。発熱体 1 2 をヒータ板 1 1 内部に形成する場合、発熱体の一部が表面に露出していてもよく、発熱体 1 2 を接続するためのスルーホールが端子部分に設けられ、このスルーホールに外部端子が接続、固定されていてもよい。

外部端子 1 3 を接続する場合、半田としては、銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、 $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましい。半田による接続を確保するのに十分な範囲だからである。

また、図 2 に示したように、ヒータ板 1 1 に貫通孔 1 5 を設けてその貫通孔 1 5 に支持ピン（図示せず）を挿入し、半導体ウエハを図示しない搬送機に渡したり、搬送機から半導体ウエハを受け取ったりすることができる。

次に、本発明のセラミックヒータの製造方法について説明する。

まず、ヒータ板 1 1 の底面に発熱体が形成されたセラミックヒータ（図 1 ～ 2 参照）の製造方法について説明する。

15 (1) ヒータ板の作製工程

上述した窒化アルミニウムなどの窒化物セラミックの粉末に必要な応じてイットリア (Y_2O_3)、カルシア (CaO)、酸化リチウム (Li_2O)、酸化ルビジウム (Rb_2O) 等の焼結助剤、Y、Na、Ca、Li、Rb、B を含む化合物、バインダ等を配合してスラリーを調製した後、このスラリーをスプレードライ等の方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧することにより板状などに成形し、生成形体（グリーン）を作製する。

次に、生成形体に、必要な応じて、半導体ウエハを支持するための支持ピンを挿入する貫通孔となる部分や熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分を形成する。

25 次に、この生成形体を加熱、焼成して焼結させ、セラミック製の板状体を製造する。この後、所定の形状に加工することにより、ヒータ板 1 1 を作製するが、焼成後にそのまま使用することができる形状としてもよい。加圧しながら加熱、焼成を行うことにより、気孔のないヒータ板 1 1 を製造することが可能となる。

加熱、焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物セラミックでは、 1000

～2500℃である。この後、サンドブラスト等により、少なくともウエハ加熱面に粗化処理を施す。両面に粗化処理を施してもよい。

(2) ヒータ板に導体ペーストを印刷する工程

- 5 導体ペーストは、一般に、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導体ペーストをスクリーン印刷などを用い、発熱体を設けようとする部分に印刷を行うことにより、導体ペースト層を形成する。発熱体は、ヒータ板全体を均一な温度にする必要があることから、図1に示すような同心円状からなるパターンに印刷することが望ましい。

- 10 導体ペースト層は、焼成後の発熱体12の断面が、方形で、偏平な形状となるように形成することが望ましい。

(3) 導体ペーストの焼成

ヒータ板11の底面に印刷した導体ペースト層を加熱焼成して、樹脂、溶剤を除去するとともに、金属粒子を焼結させ、ヒータ板11の底面に焼き付け、発熱体12を形成する。加熱焼成の温度は、500～1000℃が好ましい。

- 15 導体ペースト中に上述した金属酸化物を添加しておくこと、金属粒子、ヒータ板および金属酸化物が焼結して一体化するため、発熱体とヒータ板との密着性が向上する。

(4) 金属被覆層の形成

- 20 発熱体12表面には、金属被覆層12aを設けることが望ましい。金属被覆層12aは、電解めっき、無電解めっき、スパッタリング等により形成することができるが、量産性を考慮すると、無電解めっきが最適である。

(5) 端子等の取り付け

- 25 発熱体12のパターンの端部に電源との接続のための端子（外部端子13）を半田で取り付ける。また、有底孔14に銀ろう、金ろうなどで熱電対を固定し、ポリイミド等の耐熱樹脂で封止し、セラミックヒータの製造を終了する。

次に、ヒータ板11の内部に発熱体12が形成されたセラミックヒータの製造方法について説明する。

(1) ヒータ板の作製工程

まず、窒化物セラミックの粉末をバインダ、溶剤等と混合してペーストを調製

し、これを用いてグリーンシートを作製する。

上述した窒化物セラミック粉末としては、窒化アルミニウムなどを使用することができ、必要に応じて、イットリア等の焼結助剤、Na、Caを含む化合物等を加えてもよい。

- 5 また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

さらに溶媒としては、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

- 10 これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシートを作製する。

グリーンシートの厚さは、0.1~5mmが好ましい。

- 次に、得られたグリーンシートに、必要に応じて、半導体ウエハを支持するための支持ピンを挿入する貫通孔15となる部分、熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分、発熱体を外部の端子ピンと接続するためのスルーホール18となる部分等を形成する。後述するグリーンシート積層体を形成、あるいは焼成した後に、上記加工を行ってもよい。

(2) グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

グリーンシート上に、発熱体を形成するための金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導電性ペーストを印刷する。

- 20 これらの導電ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれている。

タングステン粒子またはモリブデン粒子の平均粒子径は、0.1~5 μ mが好ましい。平均粒子が0.1 μ m未満であるか、5 μ mを超えると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

- 25 このような導体ペーストとしては、例えば、金属粒子または導電性セラミック粒子85~87重量部；アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5~10重量部；および、 α -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種の溶媒を1.5~10重量部を混合した組成物（ペースト）が挙げられる。

(3) グリーンシートの積層工程

導体ペーストを印刷していないグリーンシートを、導体ペーストを印刷したグリーンシートの上下に積層する。

- このとき、上側に積層するグリーンシートの数を下側に積層するグリーンシートの数よりも多くして、発熱体の形成位置を底面の方向に偏芯させる。

具体的には、上側のグリーンシートの積層数は20～50枚が、下側のグリーンシートの積層数は5～20枚が好ましい。

(4) グリーンシート積層体の焼成工程

- グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシートおよび内部の導体ペーストを焼結させる。

加熱温度は、1000～2000℃が好ましく、加圧の圧力は、100～200 kg/cm² が好ましい。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素などを使用することができる。

- この後、サンドブラスト等により、少なくともウエハ加熱面に粗化处理を施す。両面に粗化处理を施してもよい。

- なお、焼成を行った後に、測温素子を挿入するための有底孔を設けてもよい。有底孔は、表面研磨後に、サンドブラストなどのブラスト処理を行うことにより形成することができる。また、内部の発熱体と接続するためのスルーホールに外部端子13を接続し、加熱してリフローする。加熱温度は、200～500℃が好適である。

さらに、測温素子としての熱電対などを銀ろう、金ろうなどで取り付け、ポリイミドなどの耐熱性樹脂で封止し、セラミックヒータの製造を終了する。

- また、本発明のヒータの使用温度領域は150～800℃である。また、使用雰囲気は、大気圧以下の圧力下で利用できる。このような範囲で、本発明は特に大きな効果を奏する。

なお、本発明のセラミックヒータは、誘電電極を設けて静電チャックとしてもよく、また、表面にチャックトップ導体層を設けてウエハプローバとしてもよい。

次に、上記静電チャックの構成について簡単に説明する。

図3は、静電チャックを模式的に示す縦断面図であり、図4は、図3に示した

静電チャックのA-A線断面図である。

この静電チャック101では、窒化アルミニウム基板100の内部にチャック正負電極層20、30が埋設され、その電極上にセラミック誘電体膜40が形成されている。また、窒化アルミニウム基板100の内部には、抵抗発熱体50が設けられ、シリコンウエハ90を加熱することができるようになっている。なお、窒化アルミニウム基板100には、必要に応じて、RF電極が埋設されていてもよい。

また、図4に示したように、静電チャック101は、通常、平面視円形状に形成されており、窒化アルミニウム基板100の内部に図4に示した半円弧状部20aと櫛歯部20bとからなるチャック正極静電層20と、同じく半円弧状部30aと櫛歯部30bとからなるチャック負極静電層30とが、互いに櫛歯部20b、30bを交差するように対向して配置されている。

この静電チャックを使用する場合には、チャック正極静電層20とチャック負極静電層30とにそれぞれ直流電源の+側と-側を接続し、直流電圧を印加する。これにより、この静電チャック上に載置された半導体ウエハが静電的に吸着されることになる。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

20 (実施例1)

(1) Naを0.1ppm、Bを0.8ppm含有する窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製 平均粒径：1.1 μ m）100重量部、イットリア（平均粒径：0.4 μ m）4重量部、アクリルバイнда12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

25 (2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体（グリーン）を得た。この生成形体にドリル加工を施し、半導体ウエハの支持ピンを挿入する貫通孔15となる部分、熱電対を埋め込むための有底孔14となる部分（直径：1.1mm、深さ：2mm）を形成した。

(3) 加工処理の終わった生成形体を1800℃、圧力：200kg/cm²でホット

プレスし、厚さが3 mmの窒化アルミニウム板状体を得た。

次に、この板状体から直径210 mmの円板体を切り出し、セラミック製の板状体（ヒータ板11）とした。

- このヒータ板11の両面を平均粒子径5 μ mのアルミナ粒子のサンドブラスト
5 で処理し、表面にJIS B 0601で、 $R_{max}=6 \mu$ mの凹凸を形成した。
(4) 上記(3) で得たヒータ板11に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。
印刷パターンは、図1に示したような同心円状のパターンとした。

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている
徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

- 10 この導体ペーストは、銀-鉛ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛（5重量%）、酸化亜鉛（55重量%）、シリカ（10重量%）、酸化ホウ素（25重量%）およびアルミナ（5重量%）[※]からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が4.5 μ mで、リン片状のものであった。

- 15 (5) 次に、導体ペーストを印刷したヒータ板11を780℃で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにヒータ板11に焼き付け、発熱体12を形成した。銀-鉛の発熱体は、厚さが5 μ m、幅2.4 mm、面積抵抗率が7.7 m Ω /□であった。

- (6) 硫酸ニッケル80 g/l、次亜リン酸ナトリウム24 g/l、酢酸ナトリウム12 g/l、ほう酸8 g/l、塩化アンモニウム6 g/lの濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(5) で作製したヒータ板11を浸漬し、銀-鉛の発熱体12の表面に厚さ1 μ mの金属被覆層（ニッケル層）12aを析出させた。

- (7) 電源との接続を確保するための外部端子13を取り付ける部分に、スクリー
25 ン印刷により、銀-鉛半田ペースト（田中貴金属製）を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコパール製の外部端子13を載置して、420℃で加熱リフローし、外部端子13を発熱体の表面に取り付けた。

- (8) 温度制御のための熱電対を81.7 Au-18.3 Niの金ろうで接続し、

(1030℃で加熱して融着)、セラミックヒータ10を得た。

(比較例1)

(1) ヒータ板を製造した後、両面をサンドブラストにより粗化しなかったほかは、実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造した。粗化しなかったため、表面

5 はJIS B 0601で、 $R_{max}=0.1\mu m$ であった。

(比較例2)

(1) ヒータ板を製造する際にイットリアを添加せず、また窒化アルミニウム粉末として三井東圧製 MAN-5 (Na、Bが0.1ppm未満)を使用したこと以外は、実施例1と同様にして、セラミックヒータを製造した。

10 (比較例3)

(1) ヒータ板を製造した後、両面を平均粒子径 $250\mu m$ のアルミナ粒子のサンドブラストで処理し、表面にJIS B 0601で、 $R_{max}=210\mu m$ の凹凸を形成した。

(実施例2)

15 Naを0.1ppm、Bを0.8ppm含有する窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製 平均粒径: $1.1\mu m$)100重量部、CaO(平均粒径: $0.3\mu m$)5重量部、アクリルバイнда12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した以外は、実施例1と同様にして、セラミックヒータを製造した。

20 (実施例3)

Naを0.1ppm、Bを0.8ppm含有する窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製 平均粒径: $1.1\mu m$)100重量部、 Li_2O (平均粒径: $0.3\mu m$)3重量部、 Rb_2O (平均粒径: $0.3\mu m$)2重量部、アクリルバイнда12重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状

25 の粉末を作製した以外は、実施例1と同様にして、セラミックヒータを製造した。

(実施例4)

基本的には、実施例1と同様であるが、外部端子の接合をNi-Auろう材にし、1030℃でリフローした。また、平均粒子径 $3\mu m$ のジルコニアサンドブラスト処理により、JIS B 0601で $R_{max}=4\mu m$ の粗化面を形成し

た。

さらに、減圧下で窒化アルミニウムセラミック基板の表面からウエハまでの距離を $100\mu\text{m}$ として、支持ピンで支えながら 500°C まで加熱した。

(実施例5)

- 5 基本的には、実施例1と同様であるが、外部端子の接合をNi-Auろう材にし、 1030°C でリフローした。また、平均粒子径 $15\mu\text{m}$ のジルコニアサンドブラスト処理により、JIS B 0601で $R_{\text{max}}=18\mu\text{m}$ の粗化面を形成した。

- 10 さらに、減圧下で窒化アルミニウムセラミック基板の表面からウエハまでの距離を $100\mu\text{m}$ として、支持ピンで支えながら 500°C まで加熱した。

(実施例6)

- 15 基本的には、実施例1と同様であるが、外部端子の接合をNi-Auろう材にし、 1030°C でリフローした。また、平均粒子径 $200\mu\text{m}$ のジルコニアサンドブラスト処理により、JIS B 0601で $R_{\text{max}}=180\mu\text{m}$ の粗化面を形成した。

さらに、減圧下で窒化アルミニウムセラミック基板の表面からウエハまでの距離を $100\mu\text{m}$ として、支持ピンで支えながら 500°C まで加熱した。

(比較例4)

- 20 基本的には、実施例1と同様であるが、外部端子の接合をNi-Auろう材にし、 1030°C でリフローした。また、サンドブラスト処理をしなかった。そのため、表面粗さは R_{max} で $0.1\mu\text{m}$ であった。

さらに、減圧下で窒化アルミニウムの基板の表面からウエハまでの距離を $100\mu\text{m}$ として支持ピンで支えながら、 500°C まで加熱した。

(比較例5)

- 25 基本的には、実施例1と同様であるが、外部端子の接合をNi-Auろう材にし、 1030°C でリフローした。また、平均粒子径 $250\mu\text{m}$ のジルコニアサンドブラスト処理により、JIS B 0601で $R_{\text{max}}=210\mu\text{m}$ の粗化面を形成した。

さらに、減圧下で窒化アルミニウムの基板の表面からウエハまでの距離を 10

0 μm として支持ピンで支えながら、500℃まで加熱した。

上記実施例1～6および比較例1～5で得られたセラミックヒータについて、
蛍光X線分析法によりY、Na、Ca、Rb、Li、Bの含有量を測定し、レー
ザフラッシュ法により、ヒータ板の熱伝導率を測定した。さらに、半導体ウエハ
5 を載置して、500℃まで加熱した後、ウエハへのY、Na、Ca、Rb、Li、
Bの拡散を蛍光X線分析法により測定した。また、ウエハの表面温度とウエハ載
置面の温度差を熱電対で測定した。

その結果を下記の表1に示した。

表1

| | 熱伝導率 (W/m・K) | 不純物含有量(%)、B、Naはppm | | | | | | | シリコンウエハへの不純物拡散 | | | | | | | 温度差 (°C) |
|-------|-----------------|--------------------|------|-----|-----|-----|------|---|----------------|----|----|----|---|-----|--|-------------|
| | | Y | Na | Ca | Li | Rb | B | Y | Na | Ca | Li | Rb | B | | | |
| 実施例 1 | 180 | 1.3 | 0.1 | — | — | — | 0.8 | 無 | 無 | — | — | — | 無 | 0.5 | | |
| 実施例 2 | 180 | — | 0.1 | 1.5 | — | — | 0.8 | — | 無 | 無 | — | — | 無 | 0.8 | | |
| 実施例 3 | 180 | — | 0.1 | — | 0.8 | 0.6 | 0.8 | — | 無 | — | 無 | 無 | 無 | 0.8 | | |
| 実施例 4 | 180 | 1.3 | 0.1 | — | — | — | 0.8 | 無 | 無 | — | — | — | 無 | 0.5 | | |
| 実施例 5 | 180 | 1.3 | 0.1 | — | — | — | 0.8 | 無 | 無 | — | — | — | 無 | 0.6 | | |
| 実施例 6 | 180 | 1.3 | 0.1 | — | — | — | 0.8 | 無 | 無 | — | — | — | 無 | 0.8 | | |
| 比較例 1 | 180 | 1.3 | 0.1 | — | — | — | 0.8 | 有 | 有 | — | — | — | 有 | 0.5 | | |
| 比較例 2 | 80 | — | 0.1< | — | — | — | 0.1< | — | 無 | — | — | — | 無 | 0.6 | | |
| 比較例 3 | 180 | 1.3 | 0.1 | — | — | — | 0.8 | 無 | 無 | — | — | — | 無 | 2.0 | | |
| 比較例 4 | 180 | 1.3 | 0.1 | — | — | — | 0.8 | 有 | 有 | — | — | — | 有 | 0.5 | | |
| 比較例 5 | 180 | 1.3 | 0.1 | — | — | — | 0.8 | 有 | 有 | — | — | — | 有 | 2.0 | | |

表 1 に示した結果より明らかなように、実施例 1 ～ 3 のセラミックヒータの場合

合は、熱伝導率が高く、半導体ウエハへのY等の拡散がなかったのに対し、比較例1のセラミックヒータでは、ウエハ加熱面が平坦であったため、半導体ウエハへのYの拡散があり、比較例2では、ヒータ板を製造する際にYを添加しなかったため、ヒータ板の熱伝導率が低下していた。さらに、比較例3では、ウエハが充分加熱されなかった。

また、実施例4～6は、半導体ウエハを直接加熱面に載置せず、支持ピンで支持して保持しながら加熱処理した場合であるが、いずれもY等の拡散はみられなかった。これに対し、比較例4、5では、Y、Na、Bによりウエハの汚染が観察された。Y等が揮発したためと考えられる。

10 (実施例7) 静電チャックの製造

(1) Naを0.1ppm、Bを0.8ppm含む窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製、平均粒径 $1.1\mu\text{m}$ ）100重量部、イットリア（平均粒径： $0.4\mu\text{m}$ ）4重量部、アクリルバイнда11.5重量部、分散剤0.5重量部、および、1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ 0.47mm のグリーンシートを得た。

(2) 次に、このグリーンシートを 80°C で5時間乾燥させた後、パンチングにより、外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

(3) 平均粒子径 $1\mu\text{m}$ のタングステンカーバイト粒子100重量部、アクリル系バイнда3.0重量部、 α -テルピネオール溶媒3.5重量部および分散剤0.3重量部を混合して導体ペーストAを調製した。

平均粒子径 $3\mu\text{m}$ のタングステン粒子100重量部、アクリル系バイнда1.9重量部、 α -テルピネオール溶媒3.7重量部および分散剤0.2重量部を混合して導体ペーストBを調製した。

25 この導電性ペーストAをグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、同心円パターンとした。また、他のグリーンシートに図4に示した形状の静電電極パターンからなる導体ペースト層を形成した。

さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペーストB

を充填した。静電電極パターンは、櫛歯電極30（20b、30b）からなり、20b、30bはそれぞれ20a、30aと接続する。

上記処理の終わったグリーンシート500に、さらに、タングステンペーストを印刷しないグリーンシート500'を上側（加熱面）に34枚、下側に13枚
5 積層し、その上に静電電極パターンからなる導体ペースト層を印刷したグリーンシート500を積層し、さらにその上にタングステンペーストを印刷していないグリーンシート500'を2枚積層し、これらを130℃、80kg/cm²の圧力で圧着して積層体を形成した（図5（a））。

（4）次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で5時間脱脂し、1890
10 ℃、圧力150kg/cm²で3時間ホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを230mmの円板状に切り出し、内部に厚さ6μm、幅10mmの抵抗発熱体50および厚さ6μmのチャック正極静電層20、チャック負極静電層30を有する窒化アルミニウム製の板状体とした（図5（b））。

（5）次に、（4）で得られた板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マス
15 クを載置し、平均粒径1μmのジルコニアによるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔（直径：1.2mm、深さ：2.0mm）を設けた。

この処理で、表面の面粗度をRmax=2μmとした。

（6）さらに、スルーホールが形成されている部分をえぐり取って袋孔130、
140とし（図5（c））、この袋孔130、140にNi-Auからなる金ろ
20 うを用い、700℃で加熱リフローしてコバル製の外端子60、180を接続させた（図5（d））。

なお、外部端子の接続は、タングステンの支持体が3点で支持する構造が望ましい。接続信頼性を確保することができるからである。

（7）次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、図3に示す抵
25 抗発熱体を有する静電チャックの製造を完了した。

シリコンウエハを載置して、1kVの電圧を印可し、ウエハを吸着させながら、300℃で加熱した。

実施例7は、静電電極を設けて、静電チャック付きヒータとした構成であるが、Y等のウエハへの汚染は観察されなかった。

産業上利用の可能性

- 以上説明したように本発明のセラミックヒータによれば、Y等から選ばれる少なくとも1種の元素を含んでいるので、熱伝導率が高く、ヒータ板の表面温度を
- 5 発熱体の温度変化に迅速に追従させることができ、ウエハ加熱面の温度を良好に制御することができる。

- また、ウエハ加熱面が粗化されているので、半導体ウエハとの接触を点接触とすることができ、セラミックヒータから半導体ウエハへの不純物の熱拡散を防止
- 10 防止することができる。さらに、不純物が揮発して半導体ウエハ等が汚染されることも

また、このヒータは静電チャックやウエハプローバへ応用することができる。

請求の範囲

1. 窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、

- 5 上記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素を含み、被加熱物を加熱する加熱面の J I S B 0601 に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0.2 \sim 200 \mu m$ であることを特徴とするセラミックヒータ。

10 2. 窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、

上記窒化物セラミック基板は、Na、B、Y、Li、Rb および Ca から選ばれる少なくとも1種の元素を含み、被加熱物を加熱する加熱面の J I S B 0601 に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0.2 \sim 200 \mu m$ であることを特徴とするセラミックヒータ。

15

3. 上記窒化物セラミック基板は、円板状であり、その直径が150mmを超えるものである請求の範囲1または2に記載のセラミックヒータ。

4. 上記Y、Li、Rb および Ca から選ばれる少なくとも1種の元素を、0.

- 20 1重量%以上含有する請求の範囲1、2または3に記載のセラミックヒータ。

5. 上記Na およびBから選ばれる少なくとも1種の元素を、0.05ppm以上含有する請求の範囲1、2または3に記載のセラミックヒータ。

要約書

本発明は、熱伝導率が高く、ヒータ板の表面温度を発熱体の温度変化に迅速に追従させることができ、ウエハ加熱面の温度を良好に制御することができるとともに、セラミックヒータから半導体ウエハへの不純物（Ｙ等）の熱拡散を防止することができるセラミックヒータを提供するものであり、本発明のセラミックヒータは、窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、上記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素を含み、半導体ウエハ等の被加熱物を載置または保持して加熱する加熱面のＪＩＳ Ｂ ０６０１に基づく面粗度は、 $R_{max}=0.2\sim200\mu m$ であることを特徴とする。

図 1

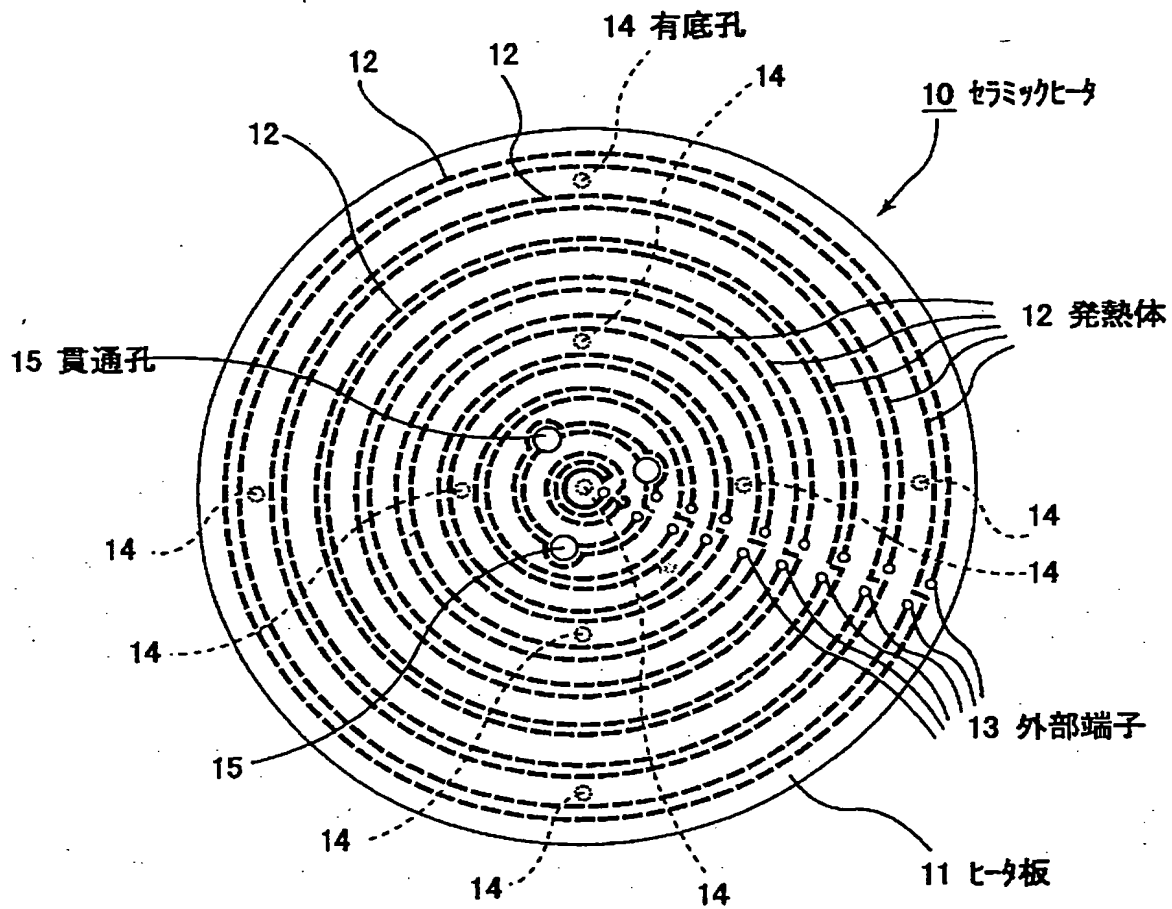


図 2

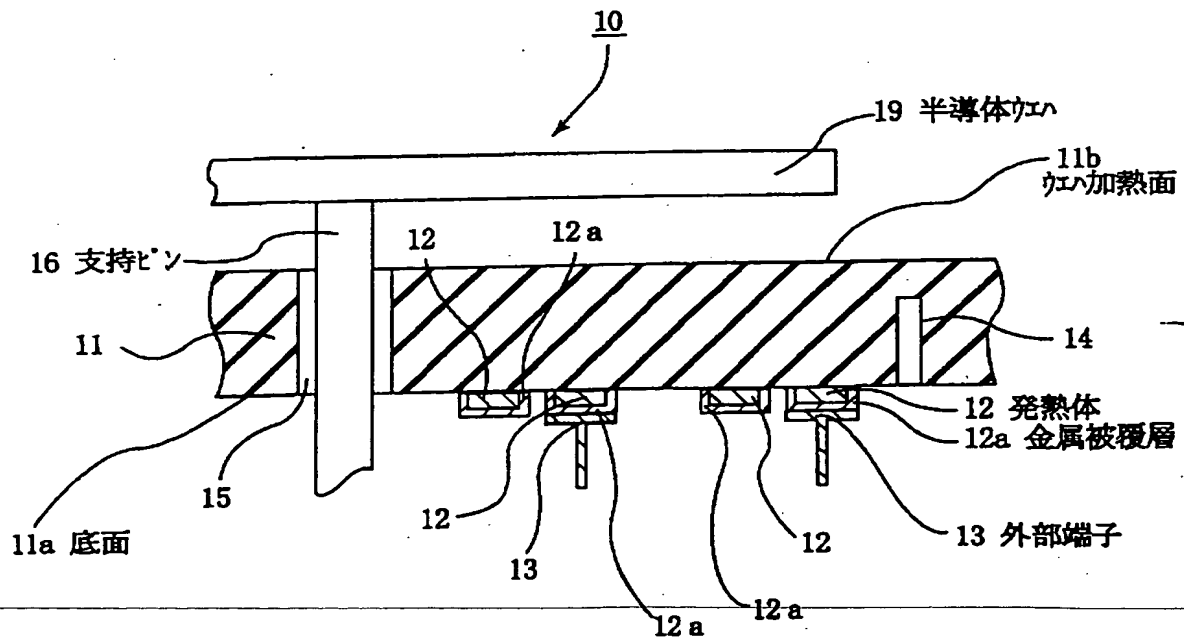


図 3

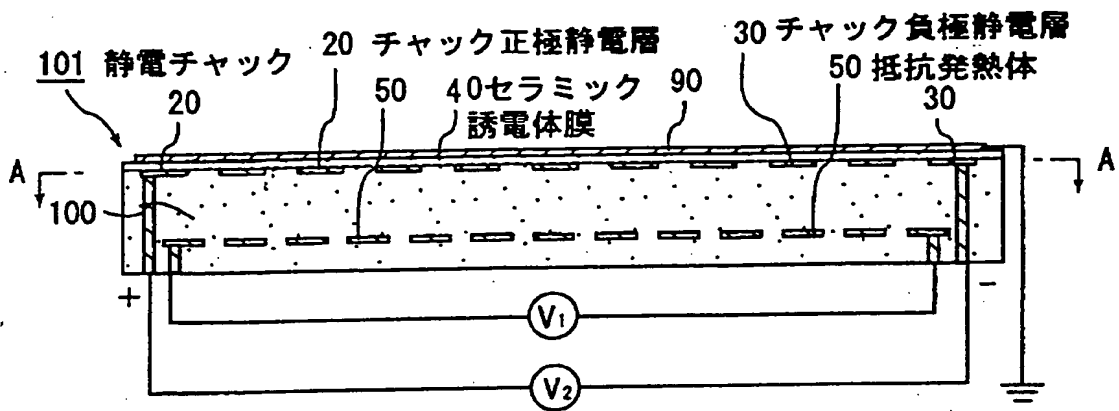
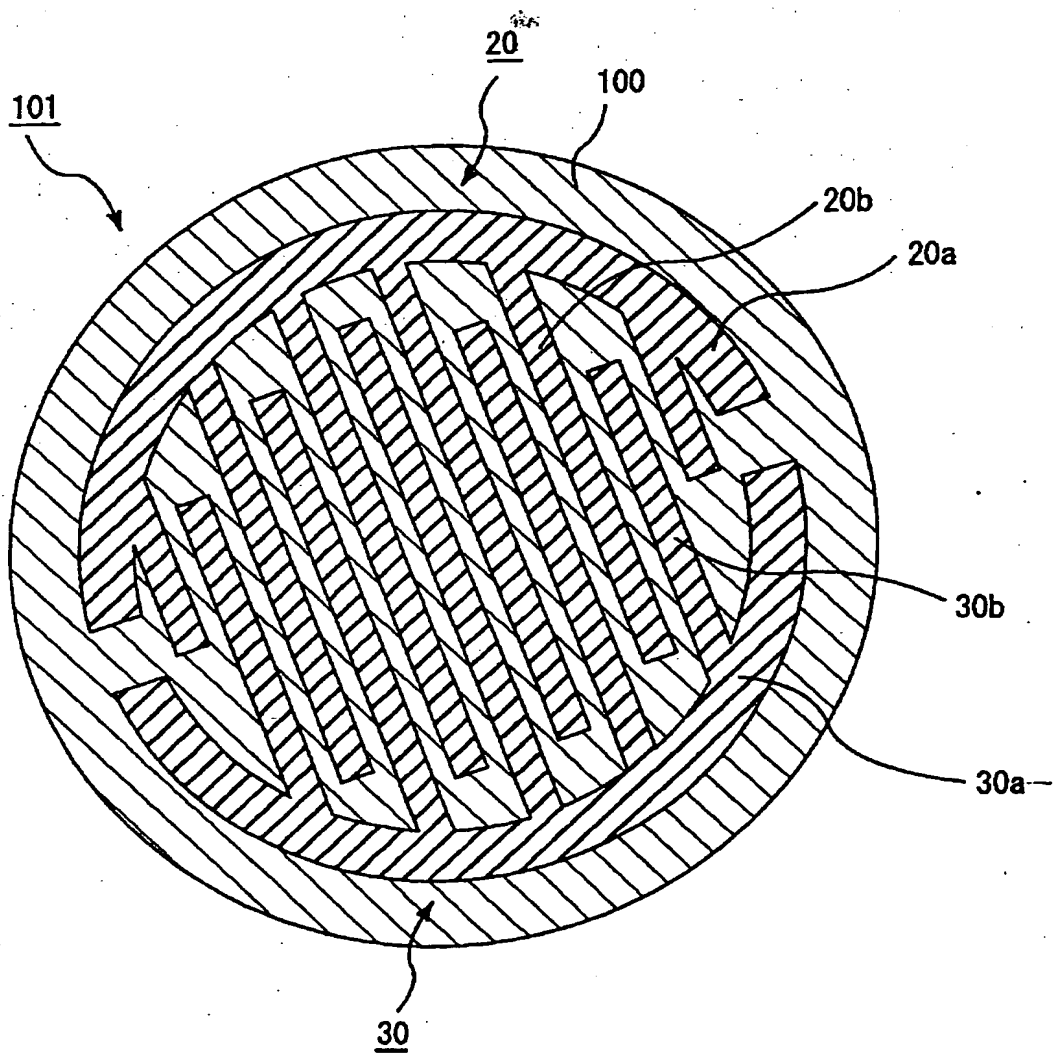


図 4



5

